

MODEL PEMILIHAN MODA ATAS PELAYANAN MONOREL JAKARTA BERDASARKAN DATA *STATED PREFERENCE* (SP)

Ade Sjafruddin

Dosen Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan
Institut Teknologi Bandung
ades@tran.si.itb.ac.id

Reini D. Wirahadikusumah

Dosen Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan
Institut Teknologi Bandung
wirahadi@si.itb.ac.id

Apriadi Haryoyudanto

Lulusan Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan
Institut Teknologi Bandung

Nina Amalia

Lulusan Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan
Institut Teknologi Bandung

Abstract

The need for mass transportation urges the government of Jakarta to build a monorail system. Monorail will increase the capacity of public transportation system and give a new color to the urban transportation services. Users will have an additional mode choice and then make their preferences. User's behaviour when choosing mode can be modeled using Stated Preference data. By using Stated Preference, monorail can be compared objectively to existing modes, namely private car, AC bus, non-AC bus, and busway using specific service attributes. Attributes used in this study are journey time, fare, frequency of departure, delay, and walking time to station. Stated Preference data were obtained from a survey to prospective passengers in the service area of the Green Line monorail corridor. Binary logit models were employed to model mode choices and the utility function was in a linear form. Calibration was done by multiple linear regression. Four mode choice models were then obtained, namely monorail versus private car model, monorail versus AC bus model, monorail versus non-AC bus model and monorail versus busway model.

Keywords: monorail, mode choice, service attribute, Stated Preference (SP)

PENDAHULUAN

Terlalu banyaknya kendaraan pribadi yang bergerak merupakan salah satu sebab terjadinya kemacetan di Jakarta. Salah satu kebijaksanaan yang diambil oleh pemerintah DKI Jakarta untuk mengantisipasi keadaan ini adalah dengan membangun pola transportasi metropolitan. Setelah busway, sistem yang mulai direalisasikan saat ini adalah sistem monorel. Dengan dibangunnya sistem monorel yang memiliki tingkat kecepatan, keamanan, dan kenyamanan yang lebih baik dibandingkan angkutan massal lain, diharapkan sebagian pengguna kendaraan pribadi dan kendaraan umum dapat memilih alternatif ini sebagai alat transportasi, sehingga kemacetan lalu lintas di Jakarta dapat berkurang.

Sistem monorel merupakan yang pertama kalinya diterapkan di Jakarta, bahkan di Indonesia. Dengan karakteristik yang dimiliki, monorel diharapkan mampu menjadi solusi dalam pelaksanaan pelayanan angkutan massal. Namun di luar segala keunggulan yang dimilikinya, monorel nantinya tetap harus berkompetisi di pasar jasa pelayanan transportasi, seperti halnya moda-moda transportasi umum yang lain. Terlebih lagi, lintasan monorel yang akan dibangun ini melewati rute-rute yang sebelumnya telah

dilewati oleh kendaraan-kendaraan publik, seperti bis, angkot, KRL, dan kendaraan pribadi.

Kompetisi pasar angkutan umum dan kebutuhan akan moda transportasi tersebut akan mendorong masyarakat untuk memberikan preferensinya dalam memilih moda. Dengan demikian akan terlihat suatu permasalahan yang menarik untuk dikaji, yaitu sejauh mana penduduk Jakarta akan menjadikan monorel sebagai alternatif utama moda transportasi menggantikan penggunaan moda-moda transportasi lain yang sebelumnya telah ada, khususnya di daerah *Green Line*.

Penelitian ini dimaksudkan untuk menganalisis model pemilihan moda atas pelayanan monorel Jakarta dengan menggunakan data SP. Lingkup pembahasan adalah sebagai berikut:

1. Materi studi dibatasi pada kegiatan kajian kompetisi pasar angkutan penumpang di rute *Green Line* monorel Jakarta jika dioperasikan suatu moda baru, yaitu monorel.
2. Angkutan penumpang yang diidentifikasi hanya angkutan penumpang yang rutanya dilewati rute *Green Line*, yaitu mobil pribadi dan angkutan umum. Angkutan umum yang diidentifikasi adalah bis AC, bis non-AC, dan busway.
3. Data primer preferensi penumpang dalam memilih moda diperoleh pada level disagregat atau pada level individu.
4. Metode pengumpulan data preferensi individu dalam pemilihan moda dilakukan dengan menggunakan teknik SP.

Kajian Pustaka

Perilaku individu dalam mengambil keputusan menjadi salah satu elemen yang diperhatikan dalam merumuskan model pemilihan moda di antara alternatif-alternatif yang ada, seperti alternatif tujuan perjalanan, alternatif moda angkutan, maupun alternatif rute perjalanan. Secara garis besar, komponen perilaku konsumen dibedakan menjadi dua elemen, yaitu elemen eksternal (seperti atribut alternatif perjalanan dan keterbatasan kondisi) dan elemen internal (seperti persepsi dan preferensi). Elemen eksternal merupakan elemen yang dapat diamati dan memberi batasan-batasan terhadap perilaku pasar. Masalah yang muncul adalah menetapkan ukuran yang sesuai. Sedangkan elemen internal merupakan elemen yang tidak teramati dan yang mempengaruhi keputusan dalam setiap alternatif-alternatif pilihan. Elemen internal ini dapat diprediksi dengan menerapkan teknik pengamatan yang bersifat kuantitatif, yaitu teknik SP.

Dalam menilai suatu barang/jasa, konsumen sebenarnya lebih menekankan pada utilitas (nilai guna) barang/jasa tersebut dan bukan pada barang/jasa itu sendiri. Dalam melakukan penilaian, konsumen dianggap selalu bertindak rasional. Konsep rasionalitas ini dinyatakan dalam sikap konsisten dan sikap transitif konsumen. Konsisten artinya dalam situasi yang sama, keputusan yang diambil konsumen akan tetap sama. Sedangkan sikap transitif terjadi apabila konsumen lebih menyenangi moda satu daripada moda dua, dan moda dua lebih disenangi daripada moda tiga, maka moda satu pasti akan lebih disenangi daripada moda tiga.

Permasalahan dalam pendekatan perilaku pemilihan moda transportasi adalah bagaimana mengukur nilai utilitas setiap alternatif moda. Nilai utilitas merupakan fungsi beberapa atribut pelayanan yang mungkin dipersepsikan secara berbeda oleh setiap

individu, sesuai dengan banyaknya informasi yang diterima dan latar belakang sosial ekonomi individu tersebut.

Dalam kajian model pemilihan moda, terdapat dua macam pendekatan disagregat yang digunakan, yaitu pendekatan deterministik dan pendekatan stokastik. Pendekatan disagregat deterministik mengasumsikan bahwa pemilihan terhadap sesuatu tidak berubah bila pelaku perjalanan (*traveller*) dihadapkan pada sekumpulan alternatif secara berulang-ulang dan sama. Dengan demikian, dianggap bahwa pelaku perjalanan mempunyai informasi lengkap mengenai semua alternatif yang ada, atribut yang ada pada setiap moda pilihan, dan mampu membuat keputusan berdasarkan referensi.

Asumsi yang bersifat stokastik adalah dengan melihat kenyataan bahwa proses pemilihan tidak selamanya bersifat deterministik. Hal ini dikarenakan terdapat ketidakmampuan konsumen untuk memperoleh informasi secara lengkap, baik untuk alternatif moda maupun atributnya, dan pilihan moda yang diambil oleh pelaku perjalanan dapat berubah oleh pengaruh-pengaruh tertentu. Oleh karena itu, untuk mengatasinya diperlukan unsur *error* atau *unsure residual* yang bersifat random (stokastik).

Teknik *Stated Preference* diperkenalkan pertama kalinya dalam bidang psikologi (Hensher, 1994). Namun, sekarang metode ini juga digunakan dalam berbagai disiplin ilmu, seperti ekonomi dan transportasi. Dalam bidang transportasi, teknik ini telah dipergunakan secara luas, karena mampu memperkirakan preferensi suatu individu atau masyarakat atas suatu kebijakan (sarana atau prasarana) transportasi yang belum ada (masih berupa hipotesis).

Teknik *Stated Preference* adalah teknik pengumpulan data menggunakan pendekatan ekspresi pernyataan responden terhadap variasi pertanyaan tentang atribut-atribut yang ingin diamati dalam beragam situasi hipotesa (*hypothetical situation*) yang disusun oleh peneliti. Data yang diperoleh diambil dari hasil pernyataan atas preferensi individu terhadap suatu alternatif pilihan, yang kemudian dibandingkan dengan beberapa alternatif pilihan lainnya. Pelaksanaan pendekatan *stated preference* dilakukan sebagai berikut:

1. Penentuan dan pembatasan masalah, agar lebih fokus dan terarah;
2. Penentuan atribut kunci masalah. Hal ini dapat dilakukan dengan melakukan studi karakteristik maupun studi literatur penelitian terdahulu;
3. Penentuan level kunci setiap atribut. Pada umumnya, dalam penentuan level kunci diperlukan suatu *sense* peneliti. Namun studi literatur juga dapat memberikan masukan batasan level;
4. Strategi sampling, untuk mendapatkan data yang representatif. Pengadaan sampling dapat dilakukan berulang kali jika memungkinkan.

Sjafruddin et al (2001) memodelkan permintaan atas pelayanan taksi di Kota Bandung. Data SP digunakan untuk mengkaji perilaku pemilihan moda taksi dibandingkan dengan moda lainnya. Model pemilihan moda dirumuskan sebagai fungsi faktor yang mempengaruhi karakteristik pengguna taksi, yaitu pendapatan keluarga, serta beberapa atribut pelayanan taksi, yaitu waktu tempuh, tarif, dan kualitas pelayanan. Fungsi utilitas kemudian diperoleh dengan kalibrasi regresi linear berdasarkan model logit biner untuk pemilihan moda. Selanjutnya analisis elastisitas, dilakukan untuk mengevaluasi kepekaan dari pelaku perjalanan dalam memilih taksi. Diperoleh kesimpulan bahwa dari sisi elastisitas pemilihan moda taksi lebih sensitif terhadap perubahan tarif, kemudian diikuti oleh waktu perjalanan, pendapatan keluarga, dan kualitas pelayanan.

Penelitian yang dilakukan oleh Saputra dan Adriana (2004) mengemukakan bahwa teknik SP dapat dipergunakan dengan baik untuk mengamati perilaku pemilihan moda serta mengetahui *demand* suatu moda yang masih berupa hipotesis, yaitu kereta api

berkecepatan tinggi (*High Speed Train/HST*) untuk rute Bandung–Jakarta. Atribut dan level pelayanan ditentukan sepenuhnya berdasarkan hasil survei karakteristik yang dilakukan sebanyak dua kali. Atribut pelayanan yang menjadi prioritas adalah waktu tempuh, tarif, *headway*, keterlambatan, dan akses, yang masing-masing ditawarkan dalam dua level. Sementara itu survei SP dilakukan setelah melakukan piloting sebanyak 4 kali. Pengolahan data dilakukan menggunakan metode regresi linear berganda dan metode *maximum likelihood*. Namun dengan pertimbangan keakuratan metode, model yang dikembangkan dengan metode regresi linear berganda lebih dipilih dalam proses analisis.

Sementara itu pada penelitian lain, Setiawan (2004) melakukan kajian pemilihan moda terhadap dua moda eksisting, yaitu pesawat terbang dan kapal cepat dengan studi kasus rute Palembang–Batam. Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Saputra dan Adriana (2004), penelitian ini mengambil atribut dan level pelayanan langsung tanpa melakukan survei terlebih dahulu. Penentuan atribut tersebut dilakukan dengan mempertimbangkan hasil studi sejenis serta kondisi moda eksisting. Atribut pelayanan tersebut adalah biaya perjalanan, waktu tempuh perjalanan, aksesibilitas, frekuensi keberangkatan, dan tingkat pelayanan. Pengumpulan data primer (survei SP) hanya dilakukan sekali sehingga pemilihan model dilakukan dengan metode *the best fitting*, atau memilih alternatif persamaan fungsi utilitas yang memiliki parameter statistika terbaik. Data primer tersebut kemudian diolah menggunakan metode regresi linear berganda.

Model pemilihan moda digunakan dalam dua cara. Cara pertama menggunakan model logit binomial selisih, dan cara kedua menggunakan model logit binomial rasio. Model yang disimpulkan lebih baik adalah model logit binomial selisih (2 moda) mengingat dari segi kriteria pemodelan dianggap sebagai yang terbaik di antara alternatif lain. Sementara itu dari analisis sensitivitas yang dilakukan disimpulkan bahwa total waktu perjalanan merupakan atribut yang paling sensitif mempengaruhi probabilitas pemilihan moda tersebut. Secara keseluruhan, teknik SP memberikan hasil kajian yang memuaskan dalam kasus ini.

PERANCANGAN SURVEI

Salah satu elemen penting dalam penelitian ini adalah perancangan dan pelaksanaan survei. Keseluruhan survei dilakukan di daerah Bendungan Hilir–Semanggi pada titik-titik tertentu, halte busway Bendungan Hilir, halte bis Semanggi, Universitas Atmajaya, dan Plaza Semanggi

Titik-titik survei tersebut dipilih dengan mempertimbangkan letaknya yang masih berada di dalam wilayah kajian, yaitu *Green Line*. Kondisi lokasi studi yang merupakan kawasan niaga, pendidikan, serta perkantoran akan menawarkan sampel responden yang cukup heterogen. Selain itu, di lokasi tersebut juga terjadi transfer moda dari moda-moda yang dikompetisikan terhadap monorel sehingga mempermudah proses pengambilan data. Berikut ini rangkaian survei-survei yang dilaksanakan dalam penelitian ini.

Model pemilihan moda yang dikembangkan menggunakan teknik SP memerlukan variabel input tertentu berupa variabel sosio-ekonomi ditambah dengan atribut perjalanan yang dianggap berpengaruh besar terhadap perilaku pemilihan moda. Pelaksanaan survei karakteristik dan desain eksperimen diperlukan agar penentuan atribut perjalanan tersebut menjadi lebih efektif dan langsung mengenai pada level individu penumpang. Melalui survei ini, individu penumpang ditawarkan sejumlah atribut perjalanan berkaitan dengan moda yang ditinjau dan memiliki kesetaraan dengan atribut perjalanan yang ditawarkan oleh moda monorel. Kemudian penumpang diminta untuk memilih lima atribut yang dianggap sangat mempengaruhi preferensi pemilihan moda. Kelima atribut tersebut merupakan atribut permintaan yang diberikan oleh penumpang.

Pada penelitian ini, atribut perjalanan ditentukan dengan melakukan survei khusus mengenai permintaan atribut perjalanan yang dominan dalam menentukan preferensi individu untuk memilih moda. Atribut perjalanan diambil sebanyak lima buah, yang juga merupakan lima atribut teratas (terdominan) berdasarkan hasil survei atribut perjalanan.

Masing-masing dari kelima atribut tersebut memiliki dua level pelayanan (+1 dan -1) sehingga akan diperoleh sebanyak 2^5 atau 32 kombinasi pilihan yang dapat ditawarkan kepada responden. Kombinasi sebanyak ini tentunya akan mempersulit responden dalam menentukan pilihannya. Untuk itu Cochran dan Cox (1957) menyarankan penggunaan metode *fractional replication design* dalam penyusunan desain kuesioner seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Kombinasi Perlakuan Faktorial 2^5 dalam 8 Alternatif Pilihan

Pilihan	Kombinasi Perlakuan	Atribut				
		1	2	3	4	5
1	(-)	-	-	-	-	-
2	ab	+	+	-	-	-
3	cd	-	-	+	+	-
4	ace	+	-	+	-	+
5	bce	-	+	+	-	+
6	ade	+	-	-	+	+
7	bde	-	+	-	+	+
8	abcd	+	+	+	+	-

Sumber: Cochran dan Cox (1957)

Hasil reduksi memberikan 8 alternatif pilihan yang akan dirating oleh responden. Pada fase ini, kedua level pelayanan yang dinotasikan dalam bentuk +1 dan -1 akan ditransformasikan menjadi bentuk *item* pelayanan aktual yang dikondisikan serealistik mungkin. Notasi +1 diwujudkan sebagai level pelayanan yang diharapkan dapat memperoleh respon positif dari responden, sedangkan notasi -1 diwujudkan sebagai *item* pelayanan yang menggambarkan adanya penurunan tingkat pelayanan dibandingkan dengan level pelayanan yang digambarkan dalam notasi +1.

Survei karakteristik dilaksanakan pada bulan Oktober 2006. Berikut atribut yang ditawarkan kepada responden pada survei karakteristik adalah sebagai berikut: (1) biaya perjalanan, (2) waktu dalam perjalanan, (3) aksesibilitas, (4) frekuensi keberangkatan, (5) kenyamanan, (6) keamanan, (7) waktu operasional, dan (8) ketepatan waktu.

Survei ini mengambil data responden sebanyak 46 sampel. Batasan identifikasi yang dikenakan kepada responden adalah bahwa responden tersebut berusia minimal 17 tahun dan bukanlah seorang *captive user*, atau dengan kata lain, responden tersebut mempunyai pilihan moda antara angkutan umum dan pribadi. Dari hasil survei karakteristik, diperoleh lima atribut teratas yang akan dimasukkan ke dalam desain kuesioner. Atribut-atribut tersebut adalah waktu tempuh, tarif, frekuensi keberangkatan, keterlambatan, dan waktu jalan kaki ke stasiun. Sementara itu, busway merupakan moda transportasi yang paling sering digunakan, diikuti oleh mobil pribadi, bis AC, bis non-AC, dan moda transportasi lainnya.

Setelah kuesioner SP selesai didesain, selanjutnya perlu dilakukan suatu pemeriksaan untuk memeriksa apakah desain SP yang telah dirancang telah cukup mengena ke pokok masalah. Pengecekan tersebut berupa pelaksanaan survei awal yang dilakukan terhadap sejumlah kecil responden. Banyaknya pelaksanaan survei awal akan bergantung kepada intuisi dan pemahaman peneliti terhadap karakteristik pergerakan dan penggunaan moda transportasi di Jakarta. Oleh karena itu, survei piloting dapat dilakukan

lebih dari satu kali hingga diperoleh kesesuaian dalam uji desain kuesioner SP. Untuk setiap pelaksanaan survei awal ditawarkan desain yang berbeda-beda dan selalu mengalami perbaikan dari satu survei ke survei berikutnya. Hal ini berulang hingga semua persyaratan untuk menentukan desain kuesioner yang sesuai telah terpenuhi.

Dari survei awal yang telah dilakukan pada bulan November 2006 diperoleh data sebanyak 60 responden. Hasil survei menunjukkan bahwa jawaban responden untuk setiap pilihan masih banyak yang homogen (memberikan respon yang sama untuk setiap pilihan) dan tidak terjadi penyebaran jawaban seperti yang diharapkan sebelumnya. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa level dan atribut yang ditawarkan dalam kuesioner ini masih belum mampu menggugah objektivitas responden untuk berpikir lebih matang dalam memberikan jawaban sehingga desain kuesioner ini perlu diperbaiki.

Survei utama dilakukan setelah desain kuesioner SP telah memenuhi persyaratan. Satu hal yang perlu diperhatikan secara khusus dalam survei SP adalah validitas data hasil survei. Responden harus dibimbing untuk mengisi kuesioner secara lengkap dan tidak diperkenankan untuk memilih lebih dari satu pilihan rating. Selain itu perlu dihindari pula adanya inkonsistensi data dan fanatisme pada satu moda tertentu sehingga respon *users* terhadap perubahan atribut perjalanan dan adanya penambahan moda baru dapat teramati dengan baik. Seperti pada survei awal, survei utama ini meneliti persaingan keempat moda eksisting dengan satu moda rencana. Pengguna setiap moda hanya membandingkan moda eksisting yang biasa digunakan dengan moda rencana yang ditawarkan, sehingga akan terdapat empat macam persaingan untuk kompetisi pangsa pasar di jalur *green line* monorel. Dari keempat persaingan tersebut dapat dibuat empat model yang akan merepresentasikan peluang pemilihan penumpang terhadap suatu moda.

PENGEMBANGAN MODEL

Data masukan yang telah diperoleh selanjutnya dikompilasi dalam proses analisis. Data primer yang telah diperoleh melalui survei kuesioner dipilah terlebih dahulu untuk menjamin validitas data yang tersedia. Karena format penilaian yang digunakan dalam pengolahan data adalah metode *choosing*, maka pernyataan pilihan masih tersaji dalam bentuk skala semantik. Data semantik tersebut kemudian ditransformasi ke dalam bentuk skala numerik untuk selanjutnya digunakan pada proses kalibrasi model.

Hasil pengolahan data dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan linear. Secara garis besar, proses pengembangan model akan melewati tahapan-tahapan sebagai berikut.

Pendekatan awal dilakukan dengan menggunakan model pemilihan diskrit, yaitu model logit binomial yang merupakan model pemilihan diskrit yang paling sederhana. Adapun bentuk persamaan model ini adalah sebagai berikut:

$$P_{ji} = \frac{e^{(U_{ji})}}{e^{(U_{ji})} + e^{(U_{ki})}} = \frac{e^{(U_{ji}-U_{ki})}}{1 + e^{(U_{ji}-U_{ki})}} \quad (1)$$

Sehingga berlaku pula:

$$P_{ki} = 1 - P_{ji} = \frac{1}{1 + e^{(U_{ji}-U_{ki})}} \quad (2)$$

dengan:

- P_{ji} = probabilitas pemilihan moda j untuk setiap individu i
- P_{ki} = probabilitas pemilihan moda k untuk setiap individu i
- U_{ji} = utilitas yang diberikan oleh moda j

U_{ki} = utilitas yang diberikan oleh moda k

Dengan cara berbeda, selisih nilai utilitas pada persamaan di atas dapat dinyatakan dalam bentuk probabilitas pemilihan moda tertentu. Pernyataan tersebut digambarkan dalam persamaan matematis berikut:

$$\ln \left(\frac{P_{ji}}{1-P_{ji}} \right) = U_{ji} - U_{ki} \quad (3)$$

Di sisi lain, secara sederhana fungsi utilitas itu sendiri dapat ditransformasikan dalam bentuk linier. Hal ini mengikuti pemikiran logis bahwa perbedaan nilai utilitas berhubungan langsung dengan selisih nilai atribut-atribut kedua moda yang dikompetisikan. Oleh karena itu, metode yang digunakan untuk mengaplikasikan teknik *Stated Preference* pada penelitian ini adalah metode multiregresi. Nilai skala numerik hasil transformasi linier difungsikan sebagai peubah tak bebas, sedangkan selisih nilai atribut kedua moda difungsikan sebagai peubah bebas. Pernyataan tersebut dapat dirumuskan ke dalam persamaan matematis berikut:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n$$

$$U_{ji} - U_{ki} = a_0 + a_1(x_{1ji} - x_{1ki}) + a_2(x_{2ji} - x_{2ki}) + \dots + a_n(x_{nji} - x_{nki}) \quad (4)$$

dengan:

- y = selisih nilai utilitas yang diberikan oleh kedua moda
- a_n = parameter model yang digunakan
- x_n = atribut perjalanan

Substitusi terhadap selisih nilai utilitas pada Persamaan 3 dan Persamaan 4 akan menghasilkan persamaan linear berikut:

$$\ln \left(\frac{P_{ji}}{1-P_{ji}} \right) = a_0 + a_1(x_{1ji} - x_{1ki}) + a_2(x_{2ji} - x_{2ki}) + \dots + a_n(x_{nji} - x_{nki}) \quad (5)$$

Dari hasil transformasi di atas, maka dapat diketahui besaran nilai skala numerik. Adapun hasil transformasi numerik dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Transformasi Nilai Probabilitas ke dalam Skala Numerik

Rating	Probabilitas	Skala Numerik
		$\ln \left(\frac{P_{ji}}{1-P_{ji}} \right) = U_{ji} - U_{ki}$
1	0,9	2,197
2	0,7	0,847
3	0,5	0
4	0,3	-0,847
5	0,1	-2,197

Sumber: Pearmain et al (1991)

Proses selanjutnya adalah menentukan parameter model yang sesuai. Pada metode multiregresi, parameter model diperoleh dengan cara meminimumkan jumlah selisih kuadrat terkecil (*minimum least square*) antara rating preferensi model (prediksi) dengan rating preferensi aktual. Selain itu, ditentukan pula besaran statistik lainnya seperti *level of significance* (t-stat) dan *coefficient of multiple determination* (R^2). Hasil keluaran dari

proses ini berupa empat buah model, hasil proses pemilihan moda antara monorel dengan mobil pribadi, bis AC, bis non-AC, dan busway.

Uji statistik perlu dilakukan untuk memeriksa validitas model serta mengetahui tingkat kepercayaan terhadap keempat model yang dihasilkan. Parameter-parameter statistik yang digunakan untuk menentukan validitas model adalah sebagai berikut:

a. Koefisien Determinasi (R^2)

Nilai R^2 yang lebih besar dan semakin mendekati 1 menunjukkan kedekatan model tersebut terhadap data, yang di dalam kasus ini berupa perilaku preferensi user terhadap satu moda tertentu.

b. Uji Signifikansi

Uji signifikansi dilakukan dengan dua cara. Cara yang pertama adalah dengan menggunakan *t-test* untuk menganalisis pengaruh peubah bebas terhadap peubah tak bebas. Cara kedua, adalah dengan menggunakan *F-test* untuk melihat kemampuan peubah bebas dalam menjelaskan perilaku peubah tidak bebas. Ketentuan statistika dipenuhi bila tercapai kondisi $F_{\text{model}} > F_{\text{tabel}}$ dan $t_{\text{model}} > t_{\text{tabel}}$ yang berarti bahwa seluruh peubah bebas mampu mempengaruhi dan menjelaskan perilaku peubah tak bebas secara signifikan.

c. Elastisitas dan Sensitivitas Model

Nilai elastisitas berguna untuk mengetahui persentase perubahan di dalam probabilitas pemilihan moda, sebagai hasil dari perubahan nilai atribut kedua moda. Rumusan elastisitas langsung (*direct elasticity*), yaitu elastisitas pemilihan monorel terhadap perubahan nilai atribut ke- n dari model utilitas moda j monorel, adalah sebagai berikut:

$$\frac{E_{ji}}{X_{nji}} = \beta_i \times X_{nji} \times (1 - P_{ji}) \quad (6)$$

sedangkan rumusan elastisitas silang, yaitu elastisitas pemilihan monorel terhadap perubahan nilai atribut ke- n dari model utilitas moda lainnya k , adalah sebagai berikut:

$$\frac{E_{ji}}{X_{nki}} = -\beta_i \times X_{nki} \times P_{ki} \quad (7)$$

dengan:

E_{ji} = nilai elastisitas

β_i = Koefisien nilai atribut pada persamaan model utilitas

X_{nji} = Nilai atribut ke- n moda monorel

X_{nki} = Nilai atribut ke- n moda eksisting

P_{ji} = Probabilitas pemilihan monorel

P_{ki} = Probabilitas pemilihan moda eksisting

Keempat model pemilihan moda yang didapat disajikan pada Tabel 3. Kinerja model-model yang dihasilkan dapat digambarkan sebagai berikut:

1. Nilai R^2 yang didapat dari keempat model tersebut berkisar antara 0,35-0,37 yang menunjukkan bahwa model-model tersebut merepresentasikan variasi perilaku pemilihan sebesar 35%-37%. Sisanya sebesar 63%-65% variasi data, kemungkinan terdapat pada atribut-atribut lain yang tidak diperhitungkan dalam model-model ini.
2. Intersep atau konstanta yang dihasilkan merepresentasikan kesalahan model dan atribut-atribut yang tidak diperhitungkan. Jika dikaji secara logis, untuk semua nilai atribut yang bernilai sama dengan 0 (jika semua atribut pelayanan tidak ada atau persis

sama) seharusnya menghasilkan probabilitas pemilihan 50% atauimbang. Namun hasil perhitungan matematis di atas menghasilkan nilai intersep yang tidak sama dengan nol. Hal ini disebabkan oleh adanya atribut-atribut yang tidak diperhitungkan.

Tabel 3 Rekapitulasi Hasil Kalibrasi Model

Atribut	Model A		Model B		Model C		Model D	
	Parameter	t-stat	Parameter	t-stat	Parameter	t-stat	Parameter	t-stat
Intersep	-1,9498	-	-0,4705	-	0,8761	-	1,118	-
Waktu Tempuh (x_1)	-0,174	-4,088	-3,7802	-3,7802	-0,022	-0,7248	-0,167	-5,668
Tarif (x_2)	-0,0002	-6,6501	-7,4709	-7,4709	-0,0003	-10,143	-0,001	-8,878
Frekuensi (x_3)	0,0464	1,1252	1,1898	1,1898	0,0894	1,1996	0,019	0,256
Keterlambatan (x_4)	-0,0426	-0,413	-0,7063	-0,7063	-	-	-0,082	-1,106
Waktu Jalan Kaki ke Stasiun (x_5)	-	-	-7,2626	-7,2626	-0,1823	-6,0191	-0,102	-3,458
R^2	0,36		0,35		0,37		0,355	
F_{hitung}	16,4235		20,447		25,761		24,838	
F_{kritis}	2,37		2,21		2,37		2,21	

Catatan :

Model A = model pemilihan monorel vs mobil pribadi

Model B = model pemilihan monorel vs bis AC

Model C = model pemilihan monorel vs bis non-AC

Model D = model pemilihan monorel vs busway

3. Nilai t-stat menunjukkan pengaruh masing-masing atribut terhadap persamaan model. Setiap nilai t-stat atribut akan dibandingkan dengan nilai t-stat kritis. Apabila nilai mutlak t-stat atribut lebih besar daripada nilai mutlak t-stat kritis, maka dapat dijelaskan bahwa atribut mempunyai pengaruh yang cukup besar di dalam pemodelan. Pada penelitian ini, dengan *level of significance* sebesar 5%, dan jumlah observasi mendekati tak hingga (> 100), dari tabel distribusi T didapat nilai t-kritis sebesar 1,960. Atribut-atribut model yang memiliki nilai mutlak t-stat lebih kecil dari 1,960, menunjukkan bahwa atribut-atribut ini kurang begitu berpengaruh dalam model. Hal ini dapat juga disebabkan oleh level dari atribut yang tidak begitu mengena untuk responden atau responden memang tidak begitu mempermasalahkan atribut-atribut ini dan lebih mengutamakan atribut yang lain.
4. Untuk $\alpha = 0,05$ keseluruhan model memberikan hasil $F_{hitung} > F_{kritis}$. Hal ini menunjukkan bahwa semua atribut memberikan pengaruh secara bersamaan yang cukup signifikan pada $\alpha = 0,05$.

ELASTISITAS DAN SENSITIVITAS MODEL

Analisis elastisitas model dilakukan untuk mengetahui seberapa elastis persentase perubahan perilaku variabel tidak bebas, dalam hal ini persentase perubahan probabilitas pemilihan moda, terhadap persentase perubahan nilai variabel bebasnya. Untuk mengkaji nilai elastisitas model, digunakan nilai atribut tengah yang dinilai mampu mewakili nilai-nilai atribut lainnya. Penentuan titik acuan dalam pengkajian nilai elastisitas ini sangatlah

penting karena setiap titik pada grafik probabilitas memiliki arti nilai elastisitas yang berbeda-beda.

Dalam analisis elastisitas ini ingin dilihat persentase perubahan probabilitas pemilihan moda monorel sebagai akibat dari persentase perubahan nilai atribut moda dan bukan terhadap selisih nilai atribut kedua moda. Sedangkan untuk menghitung probabilitas pemilihan modanya tetap didasarkan atas selisih nilai atribut kedua moda, yaitu selisih nilai atribut monorel dengan nilai atribut moda eksisting. Hasil perhitungan nilai elastisitas langsung disajikan oleh Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4 Nilai Elastisitas Langsung Probabilitas Pemilihan Monorel

Moda	Waktu Tempuh (menit)	Tarif (Rupiah)	Frekuensi Keberangkatan (Kali/jam)	Keterlambatan (Menit)	Waktu Jalan Kaki ke Stasiun (Menit)
Monorel - Mobil Pribadi	-1,838	-1,188	0,429	-0,067	-
Monorel - Bis AC	-0,973	-1,511	0,431	-0,044	-0,701
Monorel - Bis Non-AC	-0,422	-2,156	1,499	-	-1,310
Monorel - Busway	-13,819	-36,203	1,376	-1,018	-3,165

Untuk model monorel–mobil pribadi, pada atribut waktu tempuh diperoleh nilai elastisitas atribut sebesar -1,838 yang berarti bahwa kenaikan waktu tempuh sebesar 1% akan menurunkan probabilitas pemilihan monorel sebesar 1,838%. Dikatakan bahwa waktu tempuh merupakan atribut yang elastis. Nilai elastisitas atribut frekuensi keberangkatan adalah 0,429 yang berarti kenaikan frekuensi keberangkatan sebesar 1% akan menaikkan probabilitas pemilihan monorel sebesar 0,429% dan dikatakan bahwa frekuensi keberangkatan merupakan atribut yang inelastis. Suatu atribut dikatakan bersifat elastis bila memiliki nilai elastisitas lebih besar dari pada 1%. Demikian pula untuk model-model yang lain.

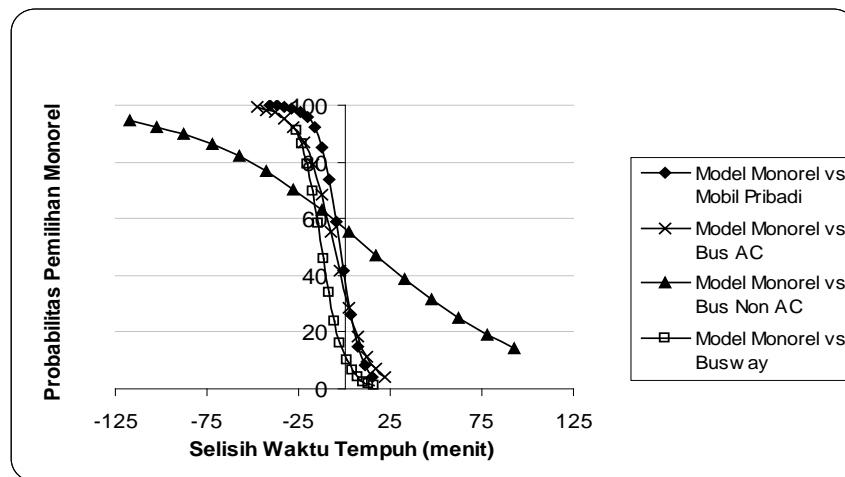
Nilai elastisitas silang digambarkan sebagai persentase perubahan probabilitas pemilihan Monorel terhadap persentase perubahan nilai tengah atribut moda eksisting. Hasil perhitungan nilai elastisitas silang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Nilai Elastisitas Silang Probabilitas Pemilihan Monorel

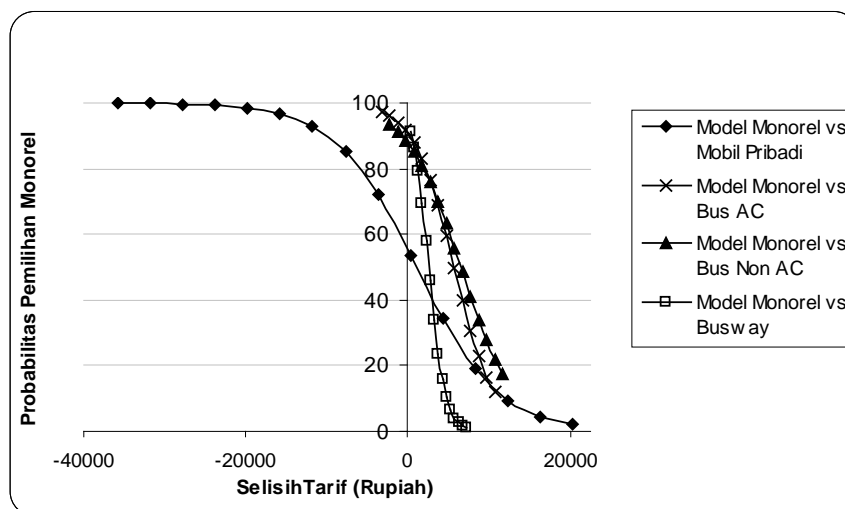
Moda	Waktu Tempuh (menit)	Tarif (Rupiah)	Frekuensi Keberangkatan (Kali/jam)	Keterlambatan (Menit)	Waktu Jalan Kaki Ke Stasiun (Menit)
Monorel - Mobil Pribadi	2,986	2,007	-1,471	0,112	-
Monorel - Bis AC	1,582	0,864	-0,222	0,183	0,934
Monorel - Bis Non-AC	0,239	0,276	-0,403	-	0,609
Monorel - Busway	3,601	3,354	-0,246	0,472	0,978

Pada Tabel 5 terlihat bahwa kecenderungan nilai elastisitas silang yang diperoleh untuk atribut waktu tempuh lebih besar daripada nilai elastisitas langsung, kecuali pada model monorel-busway. Hal ini berarti pada model monorel-busway, respon perubahan probabilitas pemilihan moda monorel lebih besar dipengaruhi oleh perubahan waktu tempuh monorel itu sendiri. Pada model monorel-bis AC nilai elastisitas silang waktu tempuh bersifat elastis. Hal ini berarti jika tarif moda bis AC turun maka probabilitas pemilihan monorel akan turun juga.

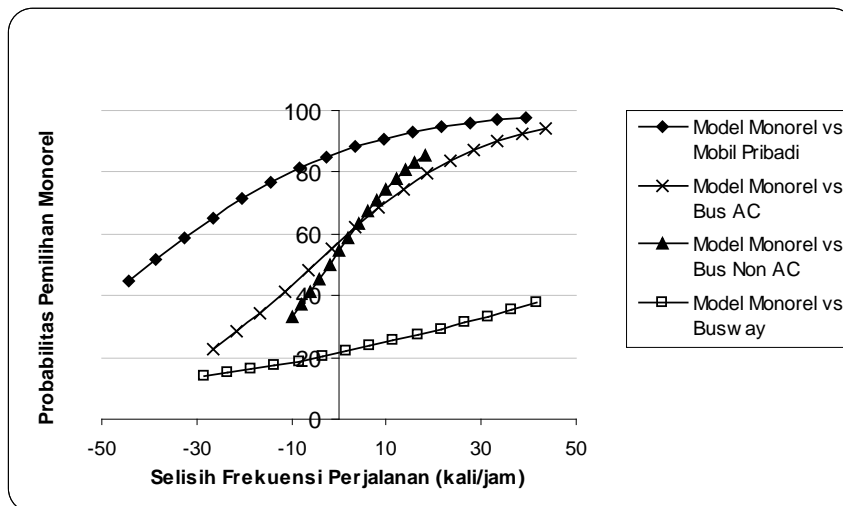
Nilai sensitivitas adalah suatu metode analisis yang bertujuan mengkaji perubahan probabilitas pemilihan moda monorel, jika dilakukan perubahan nilai atribut secara gradual. Perbedaan dengan nilai elastisitas adalah bahwa nilai elastisitas mengambil satu titik acuan, sedangkan nilai sensitivitas mengambil beberapa titik pengamatan. Berdasarkan nilai sensitivitas, dapat diperoleh nilai-nilai atribut pada titik kritis. Titik kritis adalah titik dengan pemilihan moda monorel sebesar 50%, yang berarti bahwa titik ketika calon pengguna memiliki probabilitas yang sama dalam memilih monorel dan moda eksisting. Gambar 1 menunjukkan salah satu contoh grafik analisis sensitivitas.



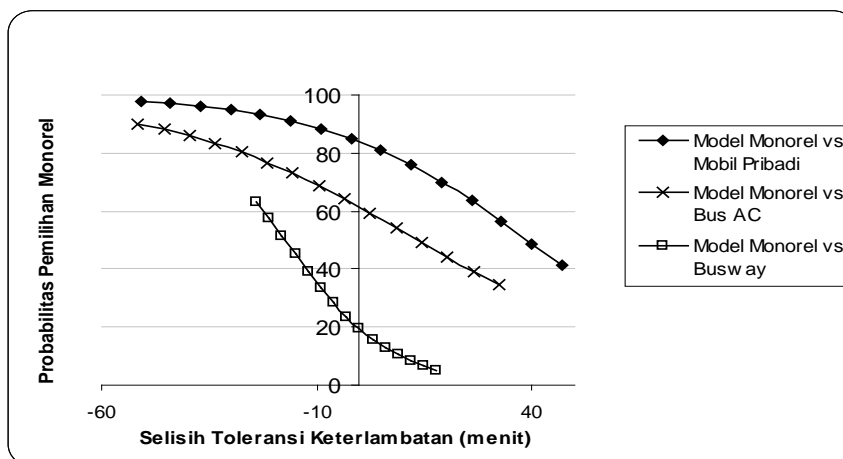
Gambar 1 Sensitivitas Atribut Waktu Tempuh



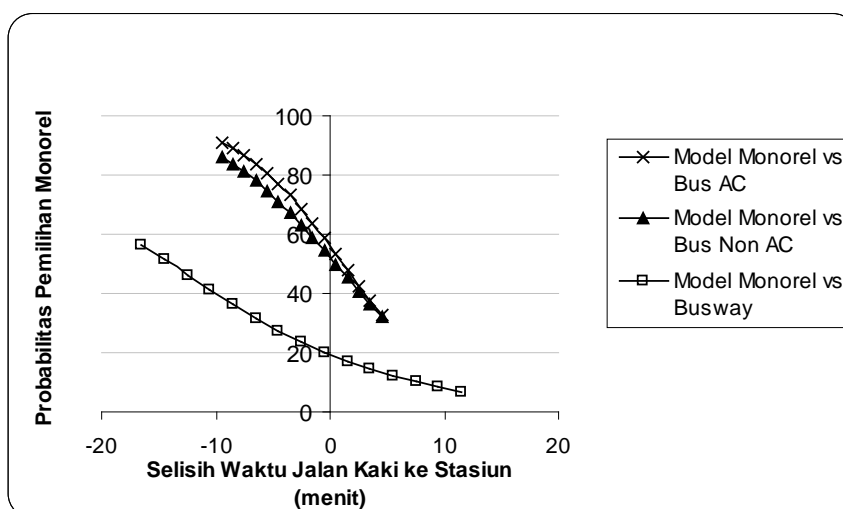
Gambar 2 Sensitivitas Atribut Tarif



Gambar 3 Sensitivitas Atribut Frekuensi Perjalanan



Gambar 4 Sensitivitas Toleransi Keberangkatan



Gambar 5 Sensitivitas Atribut Waktu Jalan Kaki ke Stasiun

Suatu atribut dikatakan sensitif terhadap perubahan, jika grafik sensitivitas yang terbentuk memiliki kemiringan yang cukup tajam (curam). Atribut yang sensitif berarti sedikit perubahan yang terjadi pada atribut ini, menyebabkan adanya perubahan yang besar pada probabilitas pemilihan moda. Berdasarkan grafik-grafik tersebut dapat dikatakan bahwa untuk seluruh moda, waktu tempuh dan tarif adalah atribut yang paling sensitif, karena grafik di atas memiliki kemiringan negatif yang tajam. Semakin lama waktu perjalanan dan/atau semakin mahal tarif monorel, maka semakin besar pula probabilitas calon penumpang monorel yang beralih ke moda lainnya. Pada Tabel 6 disampaikan titik-titik kritis dengan probabilitas pemilihan monorel adalah 50% yang berarti calon pengguna monorel mulai beralih menggunakan moda lainnya.

Tabel 6 Tabel Nilai-Nilai Atribut Pada Titik Kritis

Model	Moda	Waktu Tempuh (Menit)	Tarif (Rupiah)	Frekuensi Keberangkatan (Kali/jam)	Toleransi Keterlambatan (Menit)	Waktu Jalan Kaki Menuju Stasiun (Menit)
Monorel - Mobil Pribadi	Monorel	30,02	19972	19,922	43,947	-
	Mobil Pribadi	32,5	19000	60	5	-
Monorel - Bus AC	Monorel	26,98	10717	3,724	26,205	11,135
	Bus AC	32,5	5000	9	12,5	10
Monorel - Bus Non-AC	Monorel	44,52	9298	11,966	-	10,459
	Bus Non AC	32,5	2750	14	-	10
Monorel - Busway	Monorel	10,479	6077,5	82,21	-11,298	-3,995
	Busway	22,5	3500	14	6	10

Selain parameter gradien grafik, ketidaksensitifan suatu atribut juga dapat dilihat dari pengembangan nilai-nilai atribut yang di-*expand* terlalu tinggi dari nilai realistik atribut monorel untuk dapat mencapai titik kritis. Berdasarkan Tabel 6 dapat dilihat bahwa terdapat beberapa atribut yang tidak sensitif, yaitu atribut frekuensi pada model monorel-busway, dan atribut keterlambatan pada model monorel-mobil pribadi.

KESIMPULAN

Dari seluruh tahapan penelitian ini, dapat disampaikan beberapa hal sebagai berikut:

1. Dalam menentukan utilitas masing-masing moda yang mempengaruhi pemilihan moda tersebut, 5 faktor yang dinilai memberikan pengaruh terbesar terhadap pemilihan moda. Kelima atribut utilitas ini adalah waktu tempuh, tarif, frekuensi perjalanan, keterlambatan, dan waktu jalan kaki menuju stasiun.
2. Hasil kalibrasi keempat model pemilihan moda menghasilkan persamaan selisih utilitas sebagai berikut sebagai berikut:

a) Monorel Vs Mobil Pribadi

$$y = -1,9498 - 0,174x_1 - 0,0002x_2 + 0,0464x_3 - 0,0426x_4 \quad (R^2 = 0,36)$$

b) Monorel Vs Bis AC

$$y = -0,4705 - 0,1127x_1 - 0,0004x_2 + 0,0571x_3 - 0,0339x_4 - 0,2164x_5 \quad (R^2 = 0,355)$$

c) Monorel Vs Bis Non-AC

$$y = 0,8761 - 0,022x_1 - 0,0003x_2 + 0,0894x_3 - 0,1823x_5 \quad (R^2 = 0,35)$$

d) Monorel Vs Busway

$$y = 1,118 - 0,167x_1 - 0,001x_2 + 0,019x_3 - 0,082x_4 - 0,102x_5 \quad (R^2 = 0,37)$$

3. Dari uji nilai F, dapat disimpulkan bahwa semua atribut memberikan pengaruh secara bersamaan yang signifikan dengan *level of significance* sebesar 5 % atau 0,05.
4. Dari hasil analisis elastisitas, diperoleh bahwa probabilitas pemilihan moda monorel paling elastis terhadap atribut tarif.
5. Dari hasil analisis sensitivitas diperoleh atribut yang paling berpengaruh terhadap pemilihan moda monorel adalah atribut waktu tempuh dan tarif.

DAFTAR PUSTAKA

- Cochran, W. G and Cox, G. M. 1957. *Experimental Design*. Second edition. New York: John Wiley and sons. New York, NY.
- Haryoyudanto, A. dan Amalia, N. 2007. *Kajian Permintaan atas Pelayanan Monorel Jakarta menggunakan Data Stated Preference*. Tugas Akhir Program Sarjana Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Permain, D et al. 1991. *Stated Preference Techniques: A Guide To Practice*. Second edition, Steer Davies Gleave and Hague Consulting Group.
- Saputra, A.B dan Maurina, A. 2004. *Kajian Permintaan Kereta Api Kecepatan Tinggi Bandung – Jakarta menggunakan Teknik Stated Preference*. Tugas Akhir Program Sarjana Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Setiawan, B. 2005. *Kajian Model Pemilihan Moda Angkutan Penumpang antara Pesawat Terbang dan Kapal Cepat dengan Teknik Stated Preference*. Tesis Program Magister STJR, Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Sjafruddin, A., Widodo, P dan Kurniati, P. 2001. *Demand Rate and Elasticity of the Urban Taxi Service Based on the Stated Preference Data*. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies. Hanoi.